ZCS 型
单通道固定式柴油机电子示功器使用说明书

（1.0V）

武汉铸诚科技有限公司

二〇〇九年二月

目　　录

1 重要注意事项 1
2 ZCG型柴油机电子示功器功能、配置与主要技术参数 2
2.1 ZCG型柴油机电子示功器功能。 2
2.2仪器功用 2
2.3 ZCG型柴油机电子示功器配置........................ 2
2.4 ZCG型柴油机电子示功器 3
3 仪器安装 4
3.1 转速传感器等安装 4
3.2 气缸压力传感器组件安装 4
3.3 数据采集器安装 5
4 软件安装 6
4.1 软件配置要求 6
4.2 软件安装步骤 6
5 系统操作 7
5.1 启动软件 7
5.2 系统注册 8
5.3 信息维护 8
5.3.1 公司信息维护 8
5.3.2 部门信息维护 8
5.3.3 船舶信息维护 9
5.3.4 发动机信息维护 11
5.4 系统设置 13
5.4.1 数据库设置 13
5.4.2 系统配置维护 14
5.5 数据采集与查询 15
5.5.1 数据采集 15
5.5.2 数据采集中的错误提示 17
5.5.3 数据查询 18
5.6 示功图分析 19
5.6.1 示功图分析的主要方法 19
5.6.2 燃烧分析窗体功能介绍 21
5.6.3 整机示功图的瀑布图的阅读........................ 23
5.6.4 各缸示功图燃烧分析图的阅读........................ 23
5.6.5 燃烧分析报表的阅读 24
5.6.6 燃烧分析过程中部分参数的调整........................ 25
6 关于售后服务 25

1 重要注意事项

警告

要确保转速传感器安装牢固，防止因振动等原因出现松动，造成传感器与飞轮相碰，造成仪器或人身的意外伤害，传感器与飞轮间隙过小，可能会因飞轮的椭圆度等过大造成传感器与飞轮相碰导致传感器损坏，间隙过大（或偏移）会使传感器信号太小或无信号而使仪器无法工作。

应防止导线与运动部件接触，保证安全，操作示功阀时当心烫伤。

应防止水、油等液体溅落在仪器上，应保证系统的相对干燥。

电源关闭后应等5秒钟后才能重新打开电源，防止由于电源冲击造成仪器损坏。

注意事项

操作仪器前请完整的阅读使用说明书。

请及时到我公司的网站及时下载最新版的示功图分析软件，下载的网址是：

http://www.zhu-cheng.net/product/Download.asp

2　ZCG型柴油机电子示功器功能、配置与主要技术参数

2.1 ZCG 型柴油机电子示功器功能。

该仪器通过用手轮安装在示功阀接头上的压力传感器、装在柴油机飞轮端支架上的霍尔转速传感器和齿轮传感器测量柴油机各缸的示功图；通过对示功图的燃烧分析，可以获得以下参数：

柴油机整机参数：转速、指示功率、总循环功。

柴油机缸内过程参数：循环功、最高爆炸压力、最高爆炸压力位置、压力升高率、各缸负荷分配分析、 瞬时放热率、累计放热率、燃烧温度、着火点位置等。

图2.3.1 ZCS型电子示功器

2.2 仪器功用

2.2.1 根据该仪器测量的柴油机各缸循环功，代替爆压表、平均压力表和排温表的作用，直接判断各缸负荷，使负荷调整更加直观、便捷，可降低柴油机油耗、延长柴油机寿命。

2.2.2 根据该仪器测量的柴油机各缸循环功、最高爆炸压力和最高爆炸压力位置、压力升高率、瞬时放热率、累积放热率、缸内燃烧温度、压缩压力等,可判定与柴油机缸内过程有关的故障，如:气缸漏气、供油异常等。

2.2.3 根据该仪器测量的柴油机指示功率和转速，参考舰船航速等可判定船、机、桨配合情况，为舰船维修、试航验收提供依据。

2.3 ZCG 型柴油机电子示功器配置

ZCG型柴油机电子示功器配置如表2.1所示，整机如图2.3.1所示。

表2.1 ZCG型柴油机电子示功器配置表

名称	功能	配置
数据采集模块	信号调理、数据采集与预处理、数据上传。	
压力传感器	测量气缸内压力.	配有英制G1 $1/16'$ -10示功阀接头，可在柴油机示功阀上快速拆装。
霍尔转速传感器	测量柴油机转速和上止点位置	导线长度根据用户需求调整，磁钢。
齿轮传感器	测量盘车齿轮的轮齿信号，作为示功图的分度信号	导线长度根据用户需求调整。
采样控制手柄	机旁控制采样	
电源与数据通讯线	连接计算机、电源与数据采集模块，对数据采集模块供电，传递计算机与数据采集模块之间的命令与数据。	导线长度根据用户需求调整。
压力信号与采样控制线	连接采样模块和采样控制手柄。完成压力信号与控制信号的传递。	导线长度根据用户需求调整。
数据分析与管理软件	对测试的数据进行计算机管理（数据查询、显示、打印等）、燃烧分析（求瞬时放热率、累积放热率、燃烧温度、着火时间等）。	软件运行环境：Windouse XP以上操作系统,SVGA显示器，256M内存。
说明书	操作说明	印刷版和光碟版

2.4 ZCG 型柴油机电子示功器

ZCG型柴油机电子示功器主要技术参数如表2.2所示。

表2.2 ZCG型柴油机电子示功器主要技术参数表

名　称	量　程	分 辨 率	精　度
气 体 压 力	0～25　Mpa	0.1Mpa	1.0 %
转　　速	0～1500　rpm	1rpm	0.5 %
有 效 功 率	0～100000 kw	1kW	
曲 轴 转 角	0～360　度	0.3度	
整 机 重 量	<4kg		
使用温、湿度	温度：0-40℃；湿度：20－80%		

3 仪器安装

3.1 转速传感器等安装

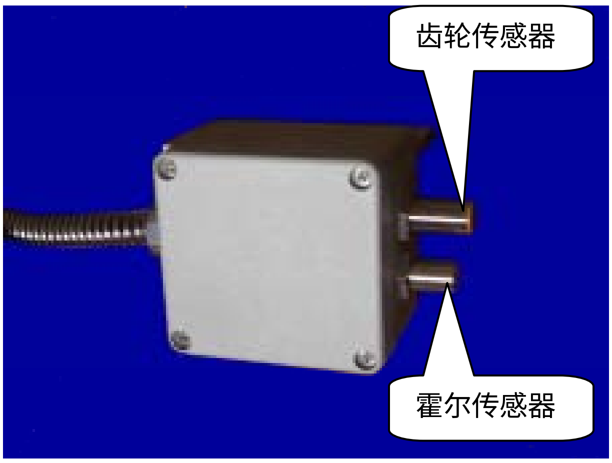


图3.1.1 转速传感器

转速传感器包含霍尔转速传感器和齿轮传感器，两个传感器装在一个传感器壳体中，是柴油机示功图测量中获取示功图上止点信号、柴油机转速信号、柴油机曲轴分度信号的传感器，在示功图测量中不可缺少。转速传感器必须采用固定支架固定在柴油机飞轮端的柴油机机体上，两个传感器对着飞轮的侧面，并保证齿轮传感器对着盘车齿轮的轮齿。

将第一缸盘车到上止点（动力冲程上止点或进排气冲程上止点都可以）；霍尔传感器对面的飞轮上用胶水粘结一块磁钢（磁钢S极向上），调整转速传感器合与飞轮的距离，使霍尔转速传感器与磁钢的距离在 2.5mm～4 mm 之间（图3.1.1）,齿轮传感器与飞轮轮齿侧面间隙在2.5mm～4mm之间，打开转速传感器盒盖，在通电状态下，当霍尔传感器正对磁钢时，指示灯亮，若不亮，请反转磁钢。

转速传感器信号线与采集模块转速传感器插孔（图3.3.1）相连接。

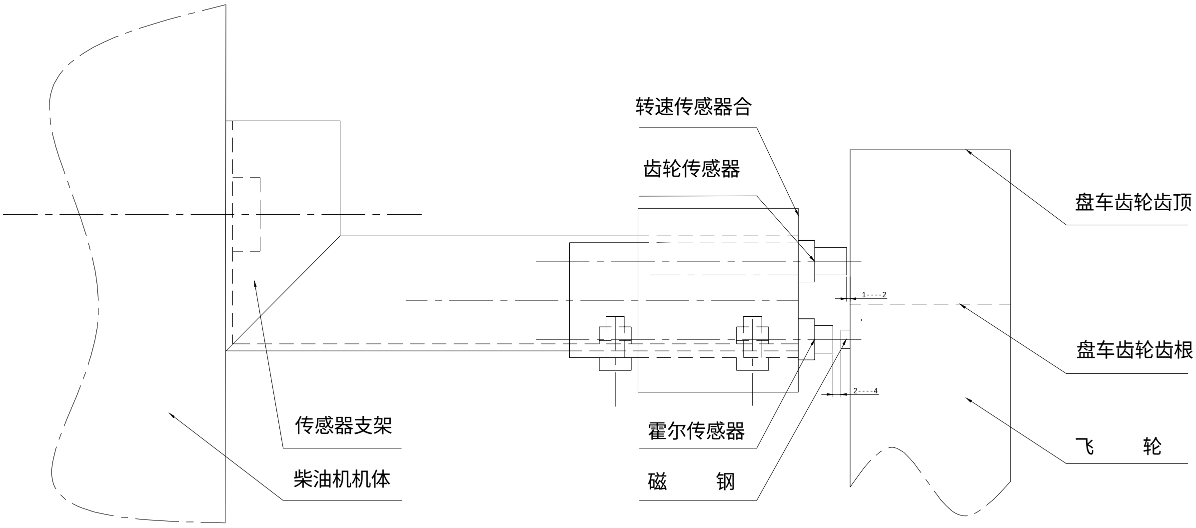


图3.1.2　转速传感器安装示意图

3.2 气缸压力传感器组件安装

将气缸压力传感器组件（图3.2.1）通过手轮安装在柴油机被测缸示功阀上，拧紧手轮，防止漏气。

气缸压力传感器组件的信号线与采样控制手柄压力传感器插孔连接，压力信号与采样控制线连接采样控制手柄的采样与控制插孔和数据采集模块的采样与控制插孔。

3.3 数据采集器安装

将转速传感器的航空插头插入数据采集模块（如图3.3.1）的转速传感器插孔，锁紧固定帽。

将压力信号与采样控制线航空插头插入采样与控制插孔，锁紧固定帽。

将计算机通讯与电源线插头插入电源与通讯插孔，锁紧固定帽。

将算机通讯与电源线的通讯线通过485转232转接头插入计算机的串行口（如COM1口）。

将电源线与24V电源的输出端连接（红为正，黑为负）。

图3.2.1 压力传感器和控制手柄

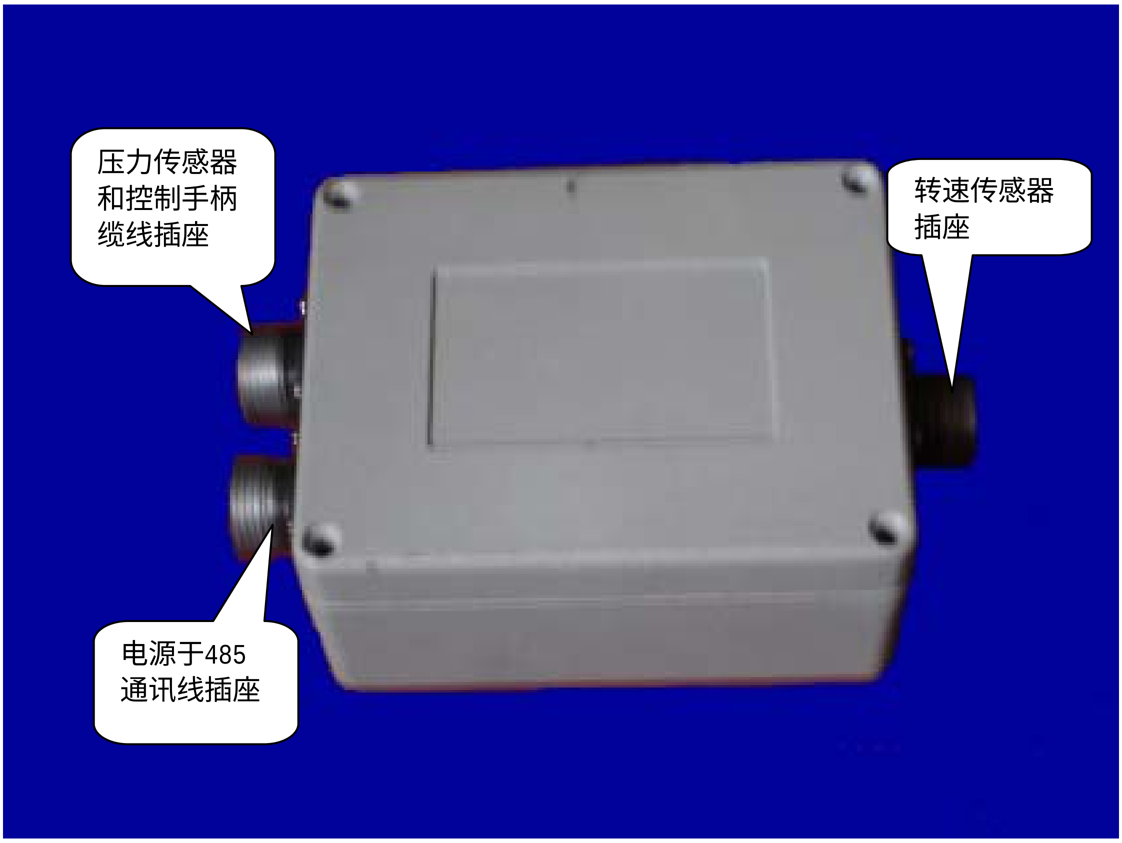


图3.3.1 采集模块

4 软件安装

4.1 软件配置要求

操作软件：Windows XP

CPU: PⅢ 700 以上

内存：大于256M

显示器分辨率：1024×800以上

图4.1.1 安装主窗体

图4.1.2 选择安装路径

图4.1.3 设定安装名称

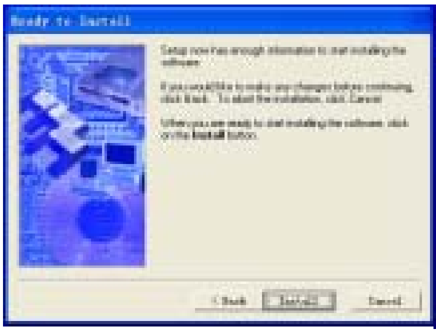


图4.1.4 确定安装

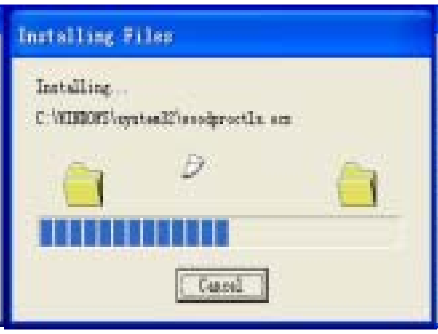


图4.1.5 复制文件

图4.1.6 完成安装

图4.1.7 选择是否重启计算机

4.2 软件安装步骤

浏览软件安装光盘，打开“安装程序”目录，执行“MPI_Single_System_setup.exe”程序，进入安装向导窗口（图4.1.1），点击“Next”进入系统安装文件路径设定界面（图4.1.2），选择安装路径，点击“Next”进入开始菜单中本系统的名称设定（图4.1.3），点击“Install”（图4.1.4）开始安装文件，复制文件（图4.1.5）；安装完成（图4.1.6），点击“Finish”结束安装，根据提示确定是否要重启计算机（图4.1.7）

5 系统操作

5.1 启动软件

在开始菜单或桌面点击“MPI_Single_System”软件启动程序。

图5.1.1 选择系统语言

选择系统语言（图5.1.1）。系统默认简体中文，若点击“English”，则显示英文界面。

系统提示选择数据库（图5.1.2）。在安装目录下有一数据库模板MIP DB.mdb， 在第一次运行该系统时选择安装目录下的数据库模板（图5.1.3），点击“确定”，激活数据库新建功能（图5.1.4），点击“是”，设定新建数据库的路径与名称（图5.1.5），点击“保存”，在图5.6窗体中再次点击“确定”，确认新建数据库的路径与名称，完成数据库创建（图5.1.7）。

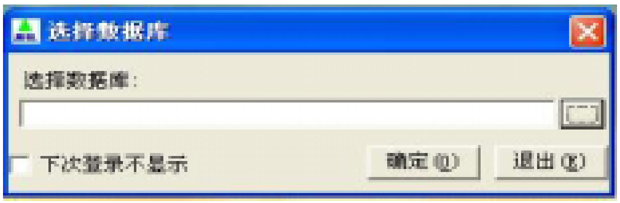


图5.1.2 选择数据

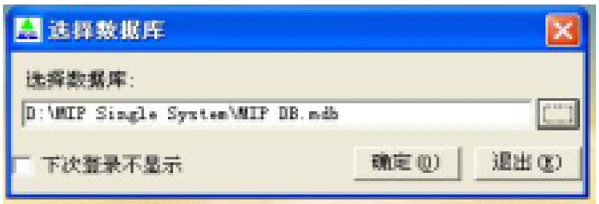


图5.1.3 选择数据库模板

图5.1.4 提示新建数据库

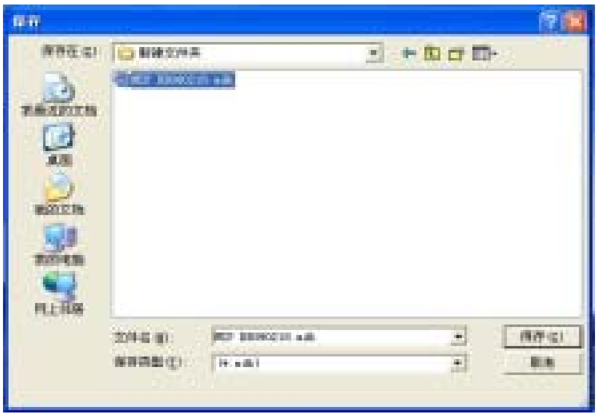


图5.1.5 选择新建数据库路径与名称

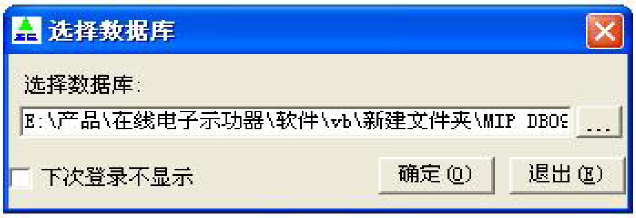


图5.1.6 确认新建数据库路径与名称

图5.1.7 完成数据库创建

在以后的启动中只要在选择数据库窗口选择你创建的数据库即可（如图5.1.6）。

选中“下次登陆不显示”，下次登陆时不再提示选择数据库，若要重新选择数据库，则按5.3.1节所述方法操作。

当数据库中的记录过多时会影响数据库的运行速度，为提高数据库的运行效率，用户可以定期新建数据库，每个数据库可以以时间命名，以便区别。

选定数据库以后，系统打开主窗体（图5.3.1），主窗体的上面是菜单栏、左侧是导航兰；若系统未注册，弹出注册提示（图5.2.1）。

5.2 系统注册

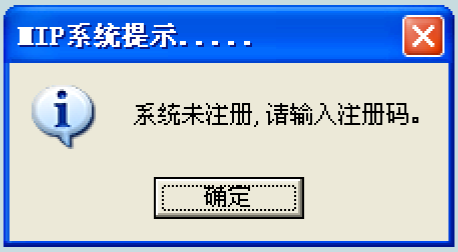


图5.2.1 系统未注册提示

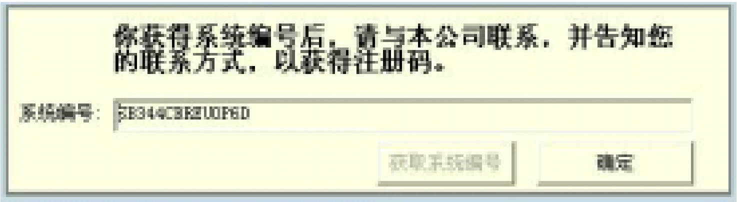


图5.2.2 获取系统码

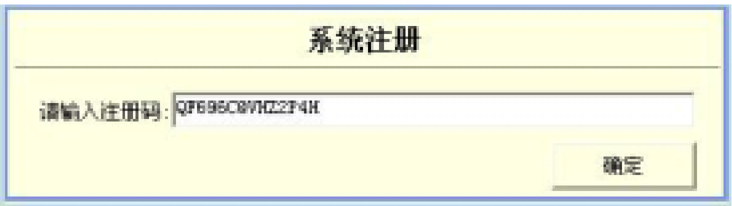


图5.2.3 注册

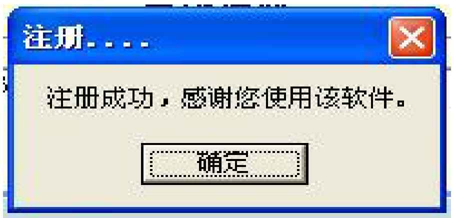


图5.2.4 注册成功提示

点击图5.2.1所示的“ 确定 ”按钮，弹出系统码获取窗口(图5.2.2)。点击“ 获取系统编码 ”，把系统码告知本公司，点击“ 确定 ”，完成硬件系统注册，退出系统。

请以电子邮件、短信、电话等方式将您的系统码告知本公司，并从本公司获取注册码。

重新启动系统，点击图5.2.1所示窗口的“ 确定 ”按钮，弹出注册窗口（图5.2.3），填入注册码，点击“ 确定 ”按钮，系统提示注册成功（图5.2.4），完成注册。

5.3 信息维护

信息维护是对电子示功器所测数据进行管理、查询、分析等所必须的基本信息的设置、修改、删除操作等功能的窗体。

图5.3.1 主窗体

5.3.1 公司信息维护

单击系统导航菜单里的“ 信息维护 ”，展开信息维护子菜单（图5.3.1），双击“ 基本信息 ”，展开二级子菜单，双击“ 公司信息维护 ”打开公司信息浏览窗口。

新增公司信息。点击“ 新增 ”按钮（图5.3.1），打开公司信息维护窗口，输入公司名，点击“ 保存 ”，完成公司信息新增操作，点击“ 退出 ”，退出公司信息维护。

公司信息修改。在公司信息浏览窗口单击要修改的公司名称，再单击“ 修改 ”工具按钮打开公司信息维护窗口，或直接双击要修改的公司名称也可打开公司信息维护窗口，修改公司名称（图5.3.2），单击“ 保存 ”工具按钮，保存修改值，点击“ 退出 ”，完成修改。

删除公司信息。在公司信息维护窗口点击“ 删除 ”工具按钮，删除当前公司信息。

5.3.2 部门信息维护

单击系统导航菜单里的“ 信息维护 ”，展开信息维护子菜单，双击“ 基本信息 ”，展开二级子菜

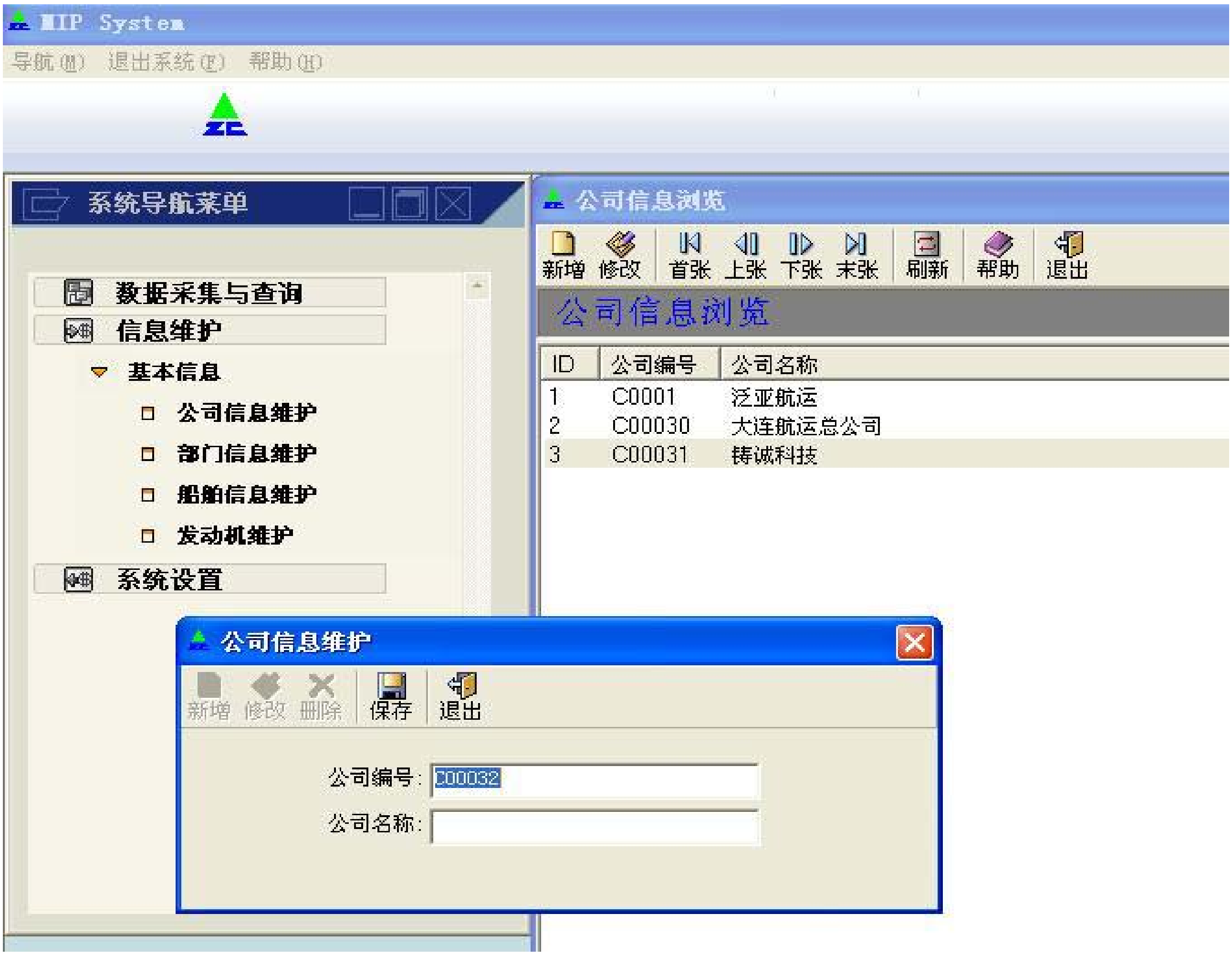


图5.3.1 公司信息维护

图5.3.2 修改公司信息

单，双击“部门信息维护”打开部门信息浏览窗口（图5.3.3）。

新增部门信息。点击“新增”按钮，打开部门信息维护窗口，点击公司编号右侧的下拉箭头，打开公司名称列表，双击选定的公司名称，将公司名称加入到部门信息维护窗口，输入部门名称，点击“保存”，完成部门信息新增操作，点击“退出”，退出部门信息维护。

部门信息修改。在部门信息浏览窗口，单击要修改的部门名称，再单击“修改”工具按钮打开部门信息维护窗口，或直接双击要修改的部门名称也可打开部门信息维护窗口，修改部门名称，单击“保存”工具按钮，保存修改值，点击“退出”，完成修改（图5.3.4）。

删除部门信息。在部门信息维护窗口点击“删除”工具按钮，删除当前部门信息。

5.3.3 船舶信息维护

单击系统导航菜单里的“信息维护”，展开信息维护子菜单，双击“基本信息”，展开二级子菜单，双击“船舶信息维护”打开船舶信息浏览窗口（图5.3.5）。

新增船舶信息。点击“ 新增 ”工具按钮，打开船舶信息维护窗口（图5.3.5），单击公司编号右侧下

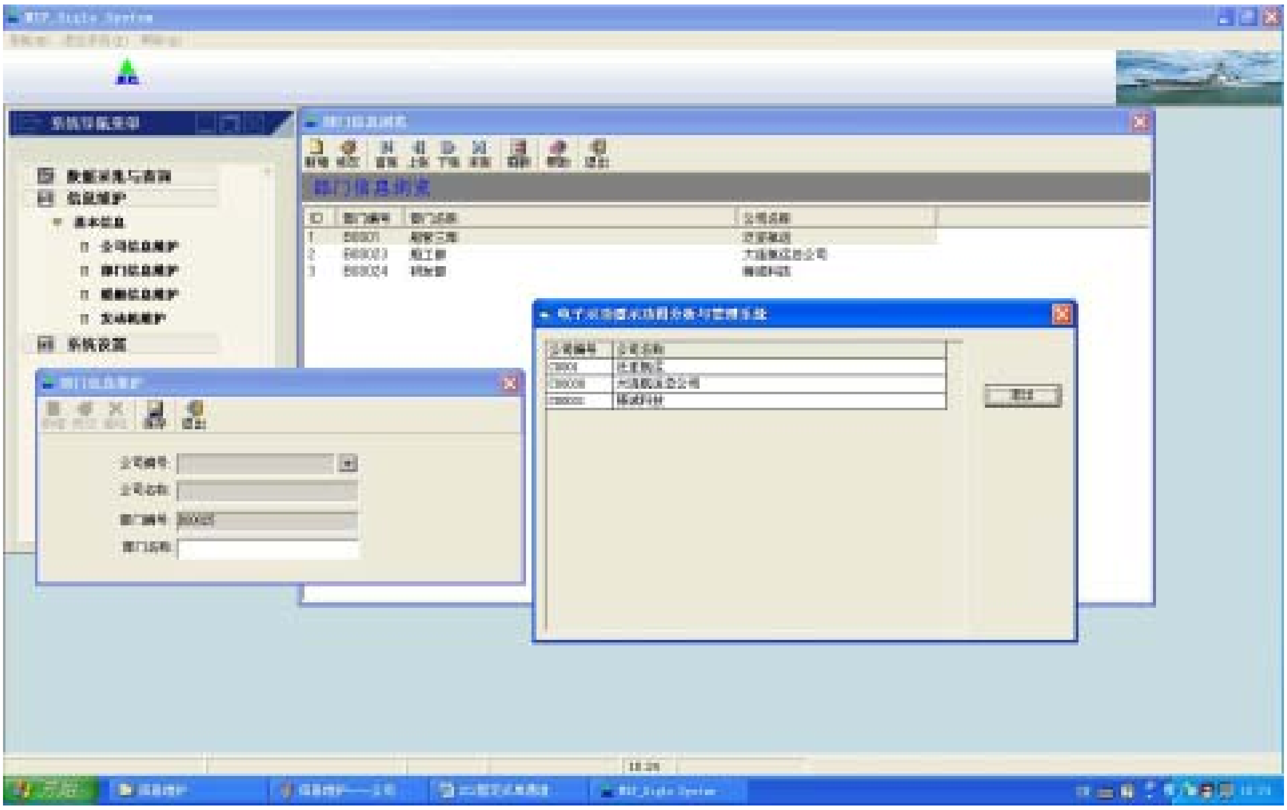


图5.3.3 新增部门信息

拉箭头打开该船舶所属公司名称的选择窗口（图5.3.6），双击选定的公司；单击部门编号右侧的下拉箭头，打开该船舶所属部门名称的选择窗口（图5.3.7），双击选定的部门；输入船舶名称，在发动机机号栏输入本系统所测发动机的编号，单击同一行右侧发动机型号的下拉箭头，打开发动机型号选择窗口（图5.3.8），双击选定的发动机型号，点击“ 保存 ”工具按钮，完成船舶信息新增，点击“ 退出 ”工具按钮，退出当前窗口。

船舶信息修改。在船舶信息浏览窗口，点击要修改的船舶名称，选定修改对象，单击“ 修改 ”工具按钮，或双击船舶名称，进入船舶信息维护窗口，修改船舶信息，点击“ 保存 ”工具按钮，完成船舶信息修改，点击“ 退出 ”工具按钮，退出当前窗口。

船舶信息删除。在船舶信息浏览窗口，点击要删除的船舶名称，选定删除对象，单击“ 修改 ”工具按钮，或双击船舶名称，进入船舶信息维护窗口，点击“ 删除 ”工具按钮，完成船舶信息删除，点击“ 退出 ”工具按钮，退出当前窗口。

图5.3.4 修改部门信息

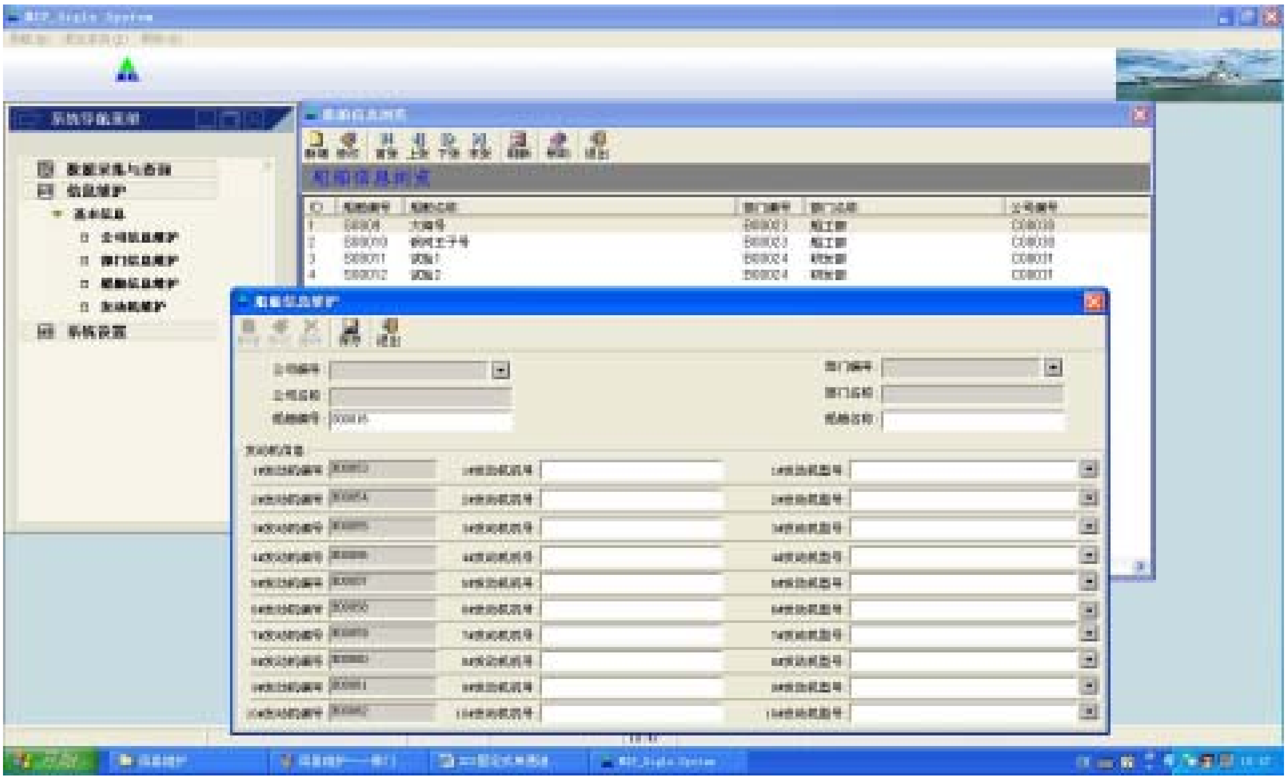


图5.3.5 船舶信息维护

图5.3.6 所属公司选择

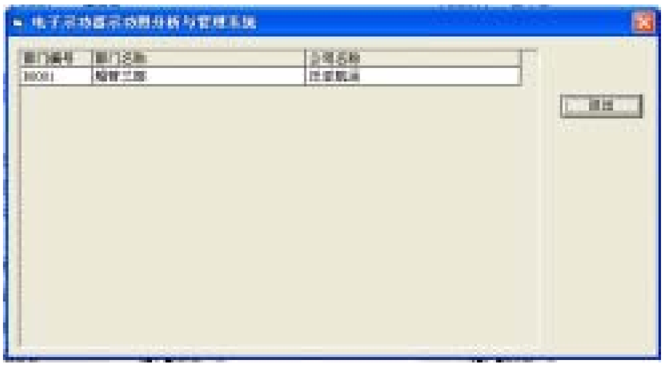


图5.3.7 所属部门选择

5.3.4 发动机信息维护

单击系统导航菜单里的“信息维护”，展开信息维护子菜单，双击“基本信息”，展开二级子菜单，双击“发动机信息维护”打开发动机信息浏览窗口（图5.3.9）。

新增发动机信息。点击“新增”工具按钮，打开发动机信息维护窗口，按表3填写各参数，点击“保存”工具按钮，保存发动机信息，点击“退出”工具按钮，退出当前窗口。

图5.3.8 所用发动机的型号选择

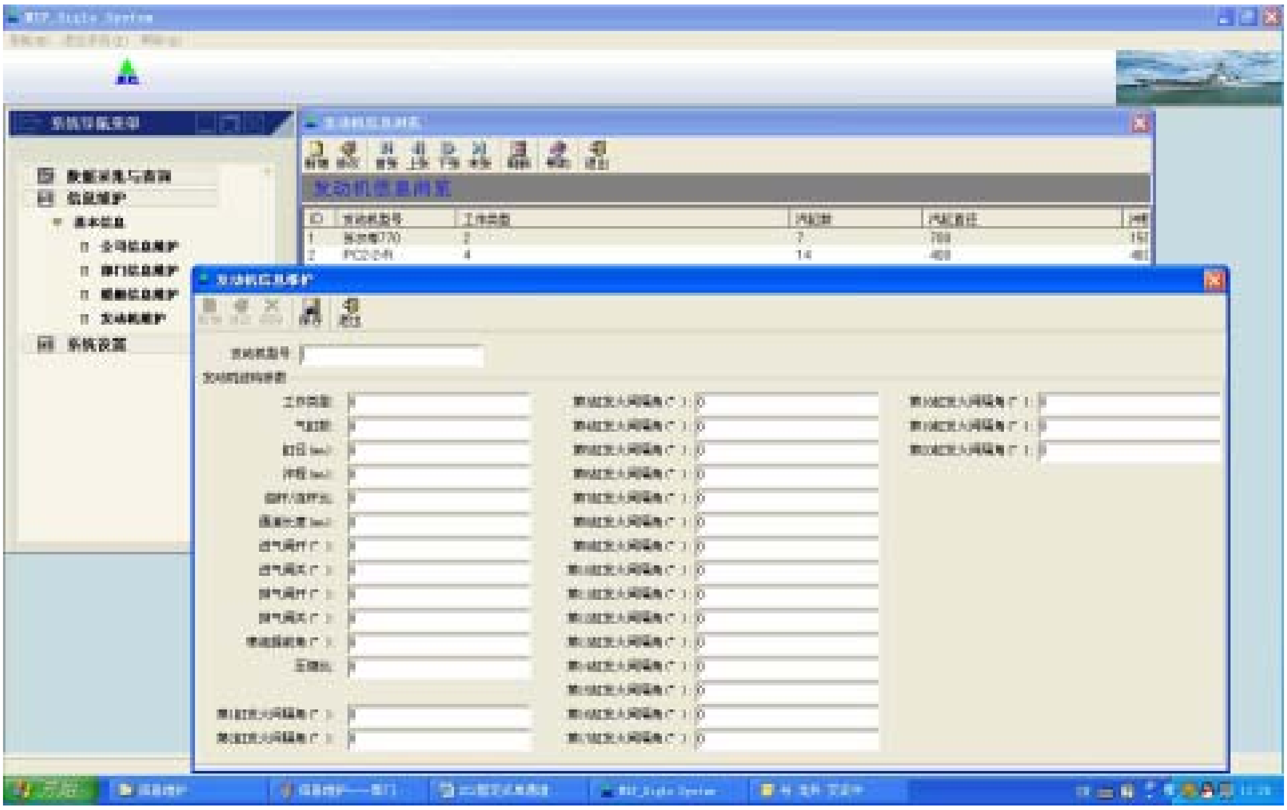


图5.3.9 发动机信息维护

表3 发动机信息参数

参数名称	参数定义	参数单位	备注
发动机型号	发动机名牌上所标明的型号		必填
工作类型	发动机工作类型。2表示二冲程发动机，4表示四冲程发动机		必填，单击数据窗，选择2或4。
气缸数	该发动机所拥有的气缸总数		必填
缸径	气缸直径	mm	必填
冲程	活塞冲程长度，该长度是曲柄半径的两倍	mm	必填
曲柄/连杆比	曲柄半径与连杆长度（连杆大小头轴承圆心之间的距离）的比值		必填
通道长度	示功阀气体通道长度	mm	
进气阀开	进气阀开启定时，上止点前为负值。	°	
进气阀关	进气阀关闭定时，下止点后为正值。	°	
排气阀开	排气阀开启定时，下止点前为负值。	°	
排气阀关	排气阀关闭定时，上止点后为正值。	°	
供油提前角	高压泵开始供油的时间，上止点前为负值	°	
压缩比	压缩始点气缸容积对压缩终点气缸容积的比值		必填
发火间隔角	按照发火次序，每一个气缸上止点相对于第一缸上止点的曲柄转角。	°	必填

发动机信息修改。在发动机信息浏览窗口，点击要修改的发动机名称，选定修改对象，单击“ 修

改 ” 工具按钮，或双击发动机名称，进入发动机信息维护窗口，修改发动机信息，点击 “ 保存 ” 工具按钮，完成发动机信息修改，点击 “ 退出 ” 工具按钮，退出当前窗口。

发动机信息删除。在发动机信息浏览窗口，点击要删除的发动机名称，选定删除对象，单击 “ 修改 ” 工具按钮，或双击发动机名称，进入发动机信息维护窗口，点击 “ 删除 ” 工具按钮，完成船舶信息删除，点击 “ 退出 ” 工具按钮，退出当前窗口。

5.4 系统设置

系统设置是设置本系统数据库和硬件配置的功能窗体。

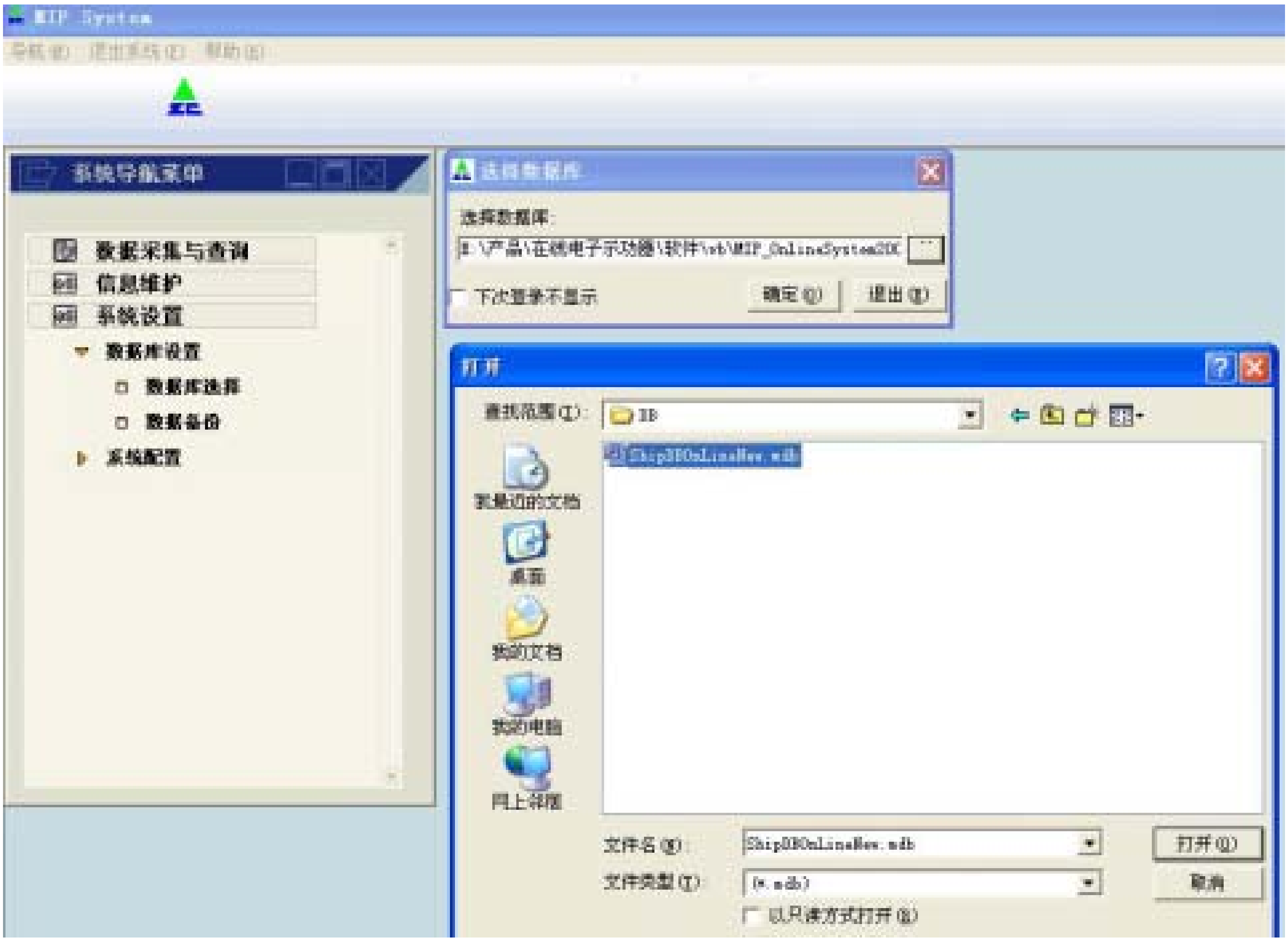


图5.4.1 数据库选择

5.4.1 数据库设置

5.4.1.1 数据库选择（图5.4.1）

单击系统导航菜单里的 “ 系统设置 ” ，展开系统设置子菜单，双击 “ 数据库设置 ” ，展开二级子菜单，双击 “ 数据库选择 ” 打开选择数据库窗口，点击选择数据库窗口右侧按钮，打开 “ 打开 ” 窗口，选择数据库，点击 “ 打开 ” ，再在选择数据库窗口点击 “ 确定 ” 完成数据库选择。

5.4.1.2 数据库备份(图 5.4.2)

单击系统导航菜单里的“ 系统设置 ”，展开系统设置子菜单，双击“ 数据库设置 ”，展开二级子菜单，双击“ 数据库备份 ” 打开数据库备份窗口，选择要备份的数据库，设定备份数据库存放的路径和名称，点击“ 备份 ” 完成数据库备份操作。

图5.4.2 数据库备份

5.4.2 系统配置维护

单击系统导航菜单里的“ 系统设置 ”，展开系统设置子菜单，双击“ 系统配置 ”，展开二级子菜单，双击“ 系统配置维护 ” 打系统配置参数维护窗口（图5.4.3），“ 系统配置维护 ” 每一行对应一个采集模块，对于本系统只有一个采集模块。。

单击鼠标选定配置参数维护表的第一行，按以下步骤选择或填写参数：

船舶名称。点击船舶名称栏右侧下拉箭头，打开船舶名称选择窗口（图5.4.4），双击选定的船舶名称，完成船舶选择。

发动机编号。点击发动机编号栏右侧下拉箭头，打开发动机编号选择窗口（图5.4.5），窗口中所列的是上一步选定的船舶中所包含的发动机机号及对应的发动机型号，双击选定的发动机机号，完成发动

图5.4.3 系统配置维护

机选择。

气缸编号设定。本系统无须设置气缸编号，此时可用“ 0 ”填充。

模块功能选择。点击模块功能栏右侧下拉箭头，打开模块功能选择列表（图5.4.6），点击“ 001-示功图 ”，完成模块功能选择。

故障代码设定。填写“ 0 ”。运行中若模块工作异常，系统会自动更新故障代码。故障代码定义如下：

0——工作正常。

1——无上止点出发信号；表明上止点霍尔传感器故障、霍尔传感器接线故障或采集模块上止点触发信号电路故障。

图5.4.4 选择船舶名

图5.4.5 选择发动机

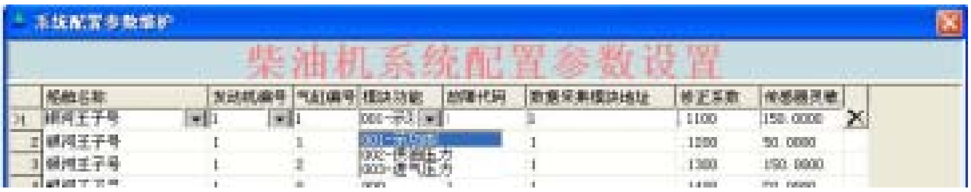


图5.4.6 选择模块功能

2——无齿轮触发信号；表明齿轮传感器故障、齿轮传感器接线故障或采集模块的齿轮信号触发电路故障。

3——通讯故障；表明计算机与采集模块之间通讯失败，可能是串口选择错误、通讯线路故障、采集模块通讯电路故障或计算机通讯口故障。

4——无气缸压力信号。可能是示功阀未打开、压力传感器到采集模块之间的线路故障、采集模块信号调理电路或数据采集、存储等芯片故障。

采集模块地址设定。填写当前采集模块标贴上注明的地址编码。

修正系数设定。填写当前采集模块标贴上注明的修正系数。

传感器灵敏度设定。填写装箱单上注明的当前的压力传感器灵敏度。

完成系统配置维护，点击“ 退出 ”，关闭系统配置维护窗口。

5.5 数据采集与查询

5.5.1 数据采集

打开采集模块电源。采样控制手柄指示灯为红色。

单击系统导航菜单里的“ 数据采集与查询 ”（图5.5.1），展开数据采集与查询子菜单，双击“ 数据采集 ”，展开二级子菜单，双击“ 数据采集 ”打开数据采集窗口（图5.5.2）。

选择端口（图5.5.3）。点击“ 端口号 ”右侧下拉箭头，选择通讯端口（与通讯线连接端口相对应）。

点击“ 开始采样 ”，将系统控制权交给机旁的采样控制手

图5.5.1 数据采集与查询

柄，采样控制手柄指示灯变成绿灯闪烁。

机旁操作人员看到采样控制手柄指示灯变成绿灯闪烁，表示集控室计算机已做好采样准备，可以采集示功图。

图5.5.2 数据采集窗口

图5.5.3 串行口选择

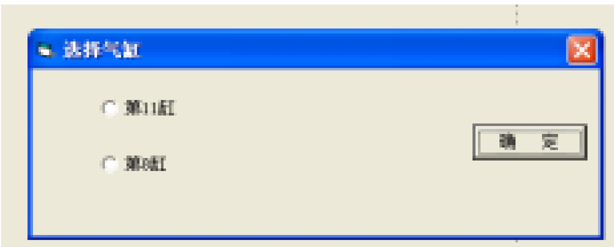


图5.5.4 气缸选择

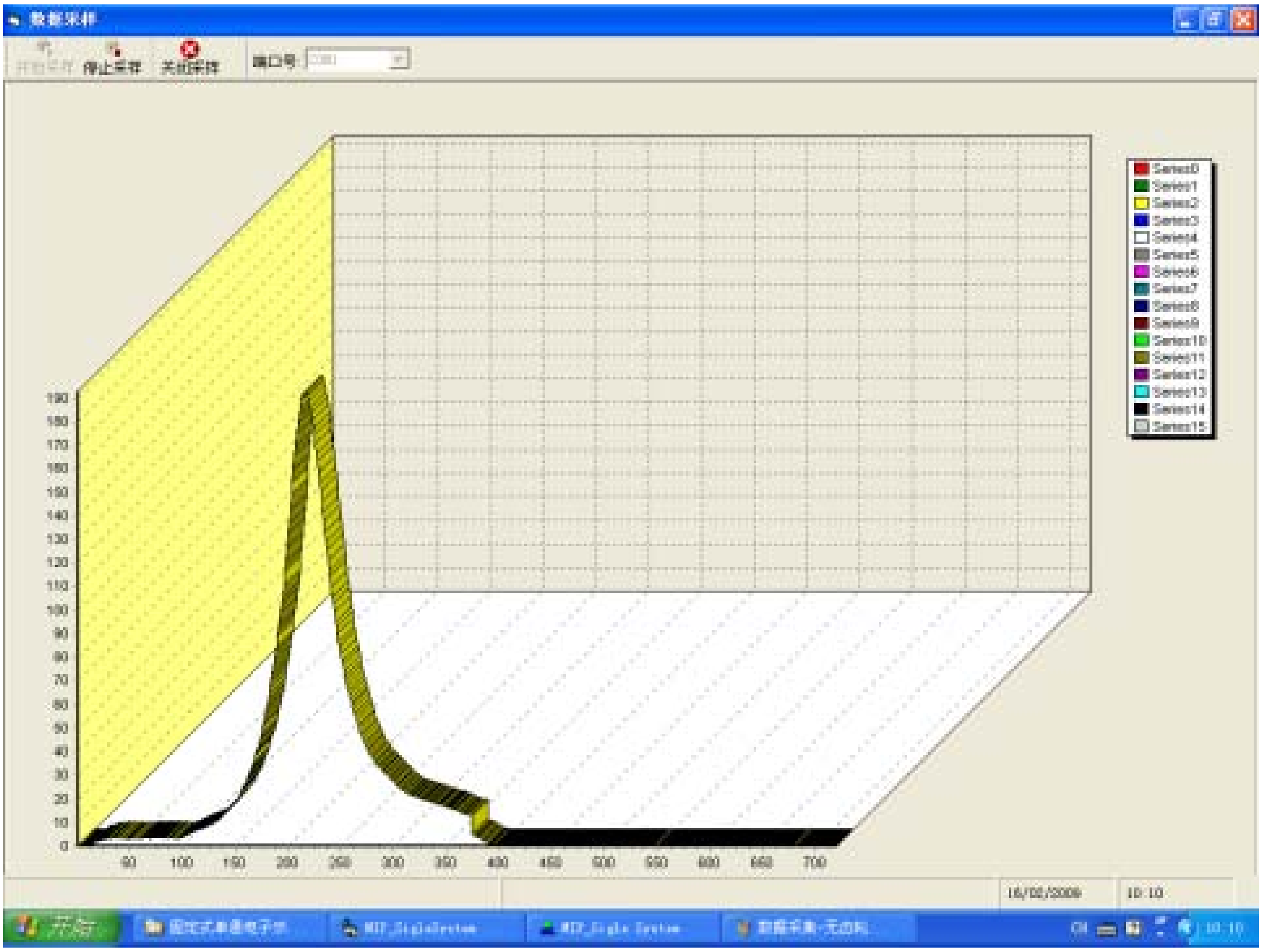


图5.5.5 采集到的示功图

将压力传感器安装到被测气缸的示功阀上，打开示功阀，点击采样控制手柄的采样按钮，采样控制手柄指示灯变成绿灯长亮，采集模块开始进行示功图的采集、处理与数据上传。

集控室计算机接到采集模块上传的数据，自动判断该示功图属于哪个气缸（对于四冲程柴油机，由

于存在相互重叠的曲柄，需要人工选择接收到的示功图具体属于两个相互重叠的曲柄中的哪一个，弹出选择气缸对话框（图5.5.4），单击选定的气缸，点击“ 确定 ”），并在窗口显示所获得的示功图（图5.5.5），此时，机旁的采样控制手柄的指示灯又变成绿灯闪烁，告知机旁操作人员可以对下一气缸进行采样。

当计算机判断所有气缸的示功图都采集到之后，机旁采样控制手柄指示灯变成红灯长亮，告知机旁操作人员示功图采集已经全部完成。

集控室计算机将采集到的所有示功图存入数据库，并对所有示功图进行燃烧分析，打开燃烧分析结果显示窗口（图5.5.6），完成整台柴油机的示功图测量与分析。

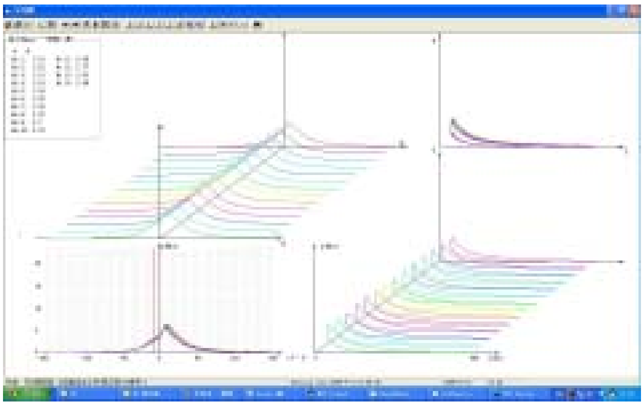


图5.5.6 示功图瀑布图

停止采样。在示功图采集过程中，若集控室操作人员想停止采集，点击“ 停止采样 ”（图5.5.5），本系统将对已采集的示功图进行分析并存入数据库，同时，机旁采样控制手柄指示灯变成红灯长亮，告知机旁操作人员结束采样。

关闭采样。在示功图采集过程中，若集控室操作人员点击“ 关闭采样 ”，系统将放弃已采集的示功图，直接关闭采样窗口，同时，机旁采样控制手柄指示灯变成红灯长亮，告知机旁操作人员结束采样。。

在图5.5.6状态下，可以对示功图进行查询、浏览示功图的瀑布图、每个气缸的燃烧分析曲线、报表，以及图形与报表的打印（详情参见5.5.2节至5.5.4节）。

5.5.2 数据采集中的错误提示

5.5.2.1 无上止点触发

当上止点触发传感器失效后，本系统将无法工作，此时，机旁采集控制手柄红灯闪烁，同时，在集控室的计算机的异常报警栏中将出现故障提示（图5.5.7）。

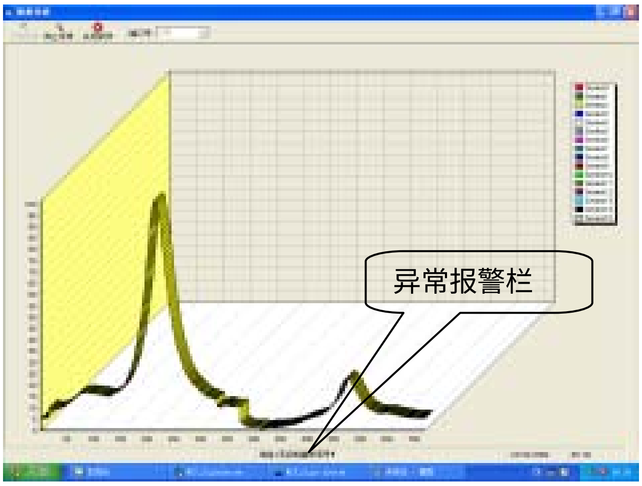


图5.5.7 上止点触发传感器不稳定

5.5.2.2 上止点触发不稳定

当上止点触发传感器工作不稳定时，所采集的示功图与图5.5.7所示的示功图相似，在一个工作循环中会出现多个大小不一的峰值。

上止点触发传感器工作不稳地的原因包括：传感器与磁钢距离较远、传感器线路接触不良等。

5.5.2.3 齿轮触发传感器失效

齿轮触发传感器失效后，在集控室的计算机的异常报警栏中将出现故障提示，此时，本系统将假设柴油机的瞬时转速是稳定的，仅根据上止点触发信号，按时间等分，对示功图进行处理，这种处理方法对中速机影响不大，对低速机将产生较大的偏差。

5.5.2.3 无压力信号

当示功阀未打开或压力传感器失效时，在集控室的计算机的异常报警栏中将出现故障提示。

5.5.2.4 通讯失败

当集控室计算机不能和采集模块正常通讯时，在集控室的计算机的异常报警栏中将出现故障提示。

5.5.3 数据查询

图5.5.8 示功图查询

单击系统导航菜单里的“数据采集与查询”（图5.5.8），展开数据采集与查询子菜单，双击“数据查询”，展开二级子菜单。

5.5.2.1 示功图查询

双击“示功图查询”打开“示功图查询”窗口，点击“船舶编号”右侧的下拉箭头，打开船舶选择窗口（图5.4.4），双击选定的船舶；点击“发动机编号”右侧的下拉箭头，打开发动机选择窗口（图5.4.5），双击选定的发动机；点击“开始日期”或“结束日期”右侧的下拉箭头，选择需要查询的时间范围（图5.5.9）；点击“测试时间”右侧的下拉箭头，根据“测试时间”选择要浏览的示功图（图

图5.5.9选择示功图记录

图5.5.10 选择记录

5.5.10）；点击“确定”完成示功图查询的选定，系统进入燃烧分析窗口，显示所查询的示功图的各种参数、图形和报表（详见5.5.2节至5.5.4节）。

5.5.2.2 数据导出

数据导出的功能是特别为远洋航行的船舶设计的，当航行于大海的船舶测得一疑难示功图时，可以

将该示功图的数据导出，通过海事卫星发往公司，取得后方的远程技术支援。

双击“ 导出数据 ”，打开纪录选择窗口（图5.5.9），选择船舶名称、发动机、时间区间、选定记录，点击确定，打开数据导出窗口（图5.5.11），选定导出数据，点击“ 导出 ”工具按钮，弹出导出数据文件的存放路径设定窗口（图5.5.12），设定导出文件的路径，点击“ 确定 ”，完成数据导出操作，此时，系统在选定路径下生成一个文件名为：船舶名称-发动机机号-yyyy-mm-gg.txt的文件。

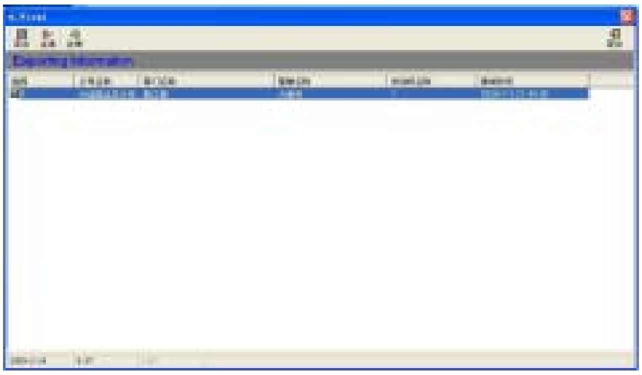


图5.5.11 数据导出

5.5.2.2 数据导入

公司轮机部门可以利用数据导入功能，将船上发来的数据文件导入到公司的数据库中，进行分析、存档。

双击“ 导入数据 ”，弹出数据导入窗口（图5.5.13），点击“ 选择文件 ”选择要导入的文件，点击“ 导入到数据库 ”，完成数据导入。

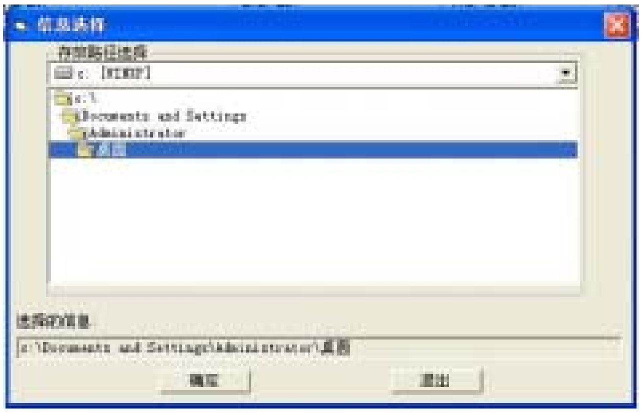


图5.5.12 确定到处文件的存放路径

图5.5.13 选择数据库

5.6 示功图分析

5.6.1 示功图分析的主要方法

示功图的分析主要有常规分析和燃烧分析两种。

5.6.1.1 示功图的常规分析

负荷平衡分析。因为柴油机的油耗、机械负荷和热负荷与柴油机的负荷密切相关，有时一台柴油机各缸的爆压相差只有零点几兆帕，而功可以相差一倍，所以，柴油机各缸负荷的平衡是柴油机管理中的主要内容之一。通过各缸示功图的测量，计算示功图的功，获得各缸负荷平衡信息，为各缸负荷调整提供依据。

压力分析。在柴油机的管理中，最高爆炸压力是柴油机机械负荷的指标，压力升高率是反映柴油机工作粗暴程度的指标，通过示功图的测量，可以获得这两个参数。

定时分析。着火点和最高爆压时的曲轴转角是反映热功转换效率的间接性的指标，通过示功图分析也可以获得这两个参数。

5.6.1.2 示功图的燃烧分析

柴油机管理中管理者最关心的问题之一是柴油机的热效率。示功图燃烧分析可以获得各个气缸热功转换的详细信息。

燃烧分析是以能量守恒定律为依据建立柴油机气缸内工质的能量平衡方程，将示功图代入能量平衡

方程，求出气缸内工质能量的变化规律的一种分析方法。

根据热力学第一定理建立柴油机缸内工质的热平衡方程：

$$dQ = dU + dQ_w + dW$$

式中：dU——工质内能的变化。

dQ_w——工质向低温热源放热量。

dW——工质对外做功。

dQ——可燃混合气燃烧放热。

即工质燃烧放热等于工质内能的增加、工质对低温热源的放热和工质对外做功的代数和。其中工质对外做功为：

$$dW = PdS$$

式中：P——工质作用在活塞上的力。

dS——活塞位移。

工质向底温热源放热为：

$$dQ_w = \alpha * (A_p((T - T_s) + (T - T_g) + \pi DS(T - T_c))$$

式中：α——换热系数，采用朱访君公式计算。

T——工质温度，工质温度根据热力学有关公式计算。

T_s——活塞表面温度，根据经验公式计算。

T_g——气缸盖底面温度，根据经验公式计算。

T_c——气缸套表面温度，根据经验公式计算。

D——气缸直径。

S——活塞位移与余隙高度的代数和。

工质内能的增加是：

$$dU = f(m, T)$$

式中：m——工质质量

T——工质温度

通过燃烧分析可以获得以下参数：

（1）瞬时放热率——每度曲轴转角气缸内燃油燃烧放出的热量，单位：kJ/度。

（2）累计放热率百分比——某个曲柄转角位置气缸内燃油燃烧已经放出的热量和整个循环总放热量之比，单位：%。

（3）工质温度——根据示功图计算出的气缸内工质的温度，单位：°K。

（4）多变指数——每度曲轴转角气缸内压力的增量的对数与气缸容积的增量的对数之比。

根据燃烧的四个阶段理论，对瞬时放热率进行统计如下：

（5）最高燃烧温度。

（6）最高燃烧温度的曲轴转角。

（7）从着火点到最高压力点之间的急燃期放热量。

（8）从最高压力点到最高温度点之间的稳燃期放热量。

（9）后燃期放热量。

（10）最高温度时累计放热率百分比。

（11）整个循环的总放热量。

（12）指示效率。

通过对示功图的常规分析可以获得：

（13）循环功——柴油机一个工作循环对外所作的功，单位：kJ(千焦)。

（14）爆压——气缸内工质燃烧所产生的最高压力，单位：bar。

（15）爆压位置——气缸内工质燃烧所产生的最高压力所对应的曲轴转角,单位：度。

（16）压力升高率——爆压减去上止点时的压力比上爆压位置。

通过对示功图燃烧分析和常规分析获得的以上16个参数可以对柴油机的热工转换过程作如下分析。

指示效率。热功转换指示效率是柴油机各缸热功转换效率的表征参数，用该参数可以较为直观地评价各缸工作的好坏，在柴油机调整过程中，也可以客观反应调整的总体效果。

最高压力和最高温度。最高压力和最高温度反应了柴油机机械负荷和热负荷的大小。

急燃期放热量。急燃期放热量的大小反映了燃烧过程在滞燃期中准备的燃油的多少，工作的粗暴程度，该阶段放热量大说明滞燃期相对较长，间接说明喷油器雾化不良或供油凸轮异常磨损等。

后燃期放热量。后燃期放热量越大说明燃烧越不好。

最高温度时的累积放热率百分比。在柴油机工作循环中，最高温度点是主要燃烧过程结束的标志点，也是稳燃期结束点，该参数表示柴油机主要燃烧期内燃烧的燃料占总燃料的百分比，该数据越大越好。

5.6.2 燃烧分析窗体功能介绍

燃烧分析窗口共有三个界面，即：各缸示功图的瀑布图（图5.6.2）、燃烧分析曲线图（图5.6.3）和示功图特征参数表（图5.6.4）。

这三个界面的工具栏如图5.6.1所示，工具栏各按钮的功能如下：

保存：保存本次分析中修改的参数。

打印：打印当前窗口的图形或报表。

打印预览：预览示功图特征参数报表的打印效果。

图形：切换到图形界面。

报表：切换报表界面。

前一记录：在示功图浏览状态下，在选择的日期范围内，显示当前记录的前一个记录。

后一记录：在示功图浏览状态下，在选择的日期范围内，显示当前记录的后一个记录。

前一缸：在燃烧分析界面，显示当前气缸的前一气缸的示功图。

后一缸：在燃烧分析界面，显示当前气缸的后一气缸的示功图。

删除记录：从数据库删除当前浏览的纪录。

示功图显示：在燃烧分析界面，显示/隐藏示功图曲线。

多变指数显示：在燃烧分析界面，显示/隐藏多变指数曲线。

瞬时放热率显示：在燃烧分析界面，显示/隐藏瞬时放热率曲线。

燃烧温度显示：在燃烧分析界面，显示/隐藏燃烧温度曲线。

累积放热率显示：在燃烧分析界面，显示/隐藏累积放热率百分比曲线。

瀑布图显示：在燃烧分析界面切换到瀑布图解面。

放大：放大当前图形。

缩小：缩小当前图形。

上止点校准：根据压缩过程压力曲线校准上止点，上止点的校准最好用纯压缩曲线人工校准的方法，当没有条件进行单缸停油测量纯压缩过程时，才采用该工具校准上止点。

通道损失补偿：补偿示功图测量通道的压力损失。

重新分析：当改变上止点修正值、增压压力或进行了数据光顺、通道损失补偿之后重新进行燃烧分析。

曲线光顺：光顺示功图曲线，减小瞬时放热率曲线的波动。

查询：查询其它的示功图。

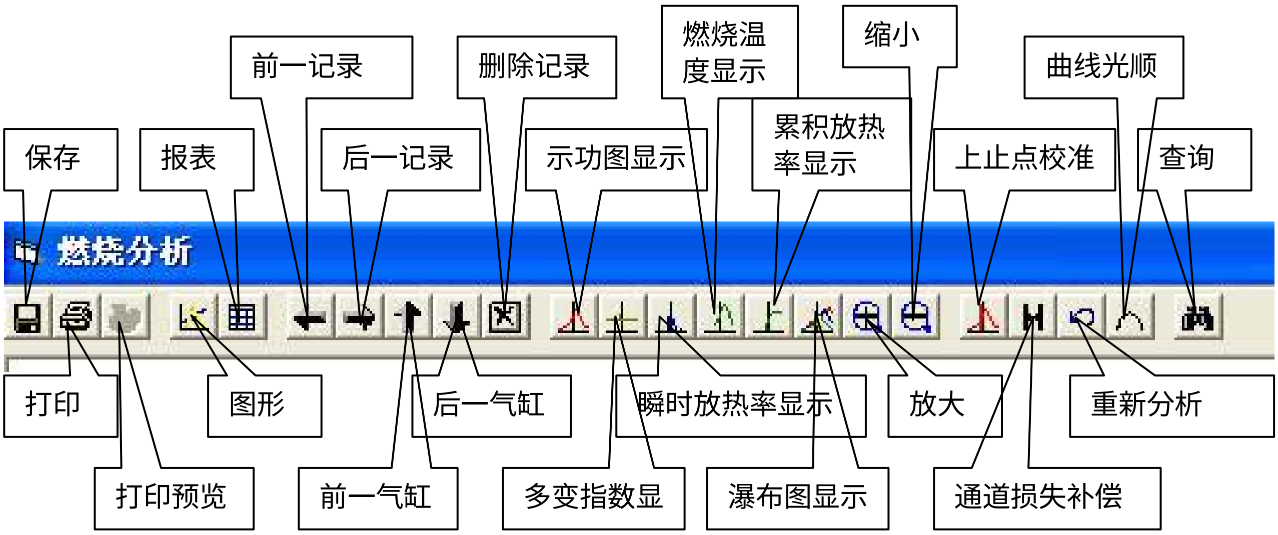


图5.6.1 工具栏

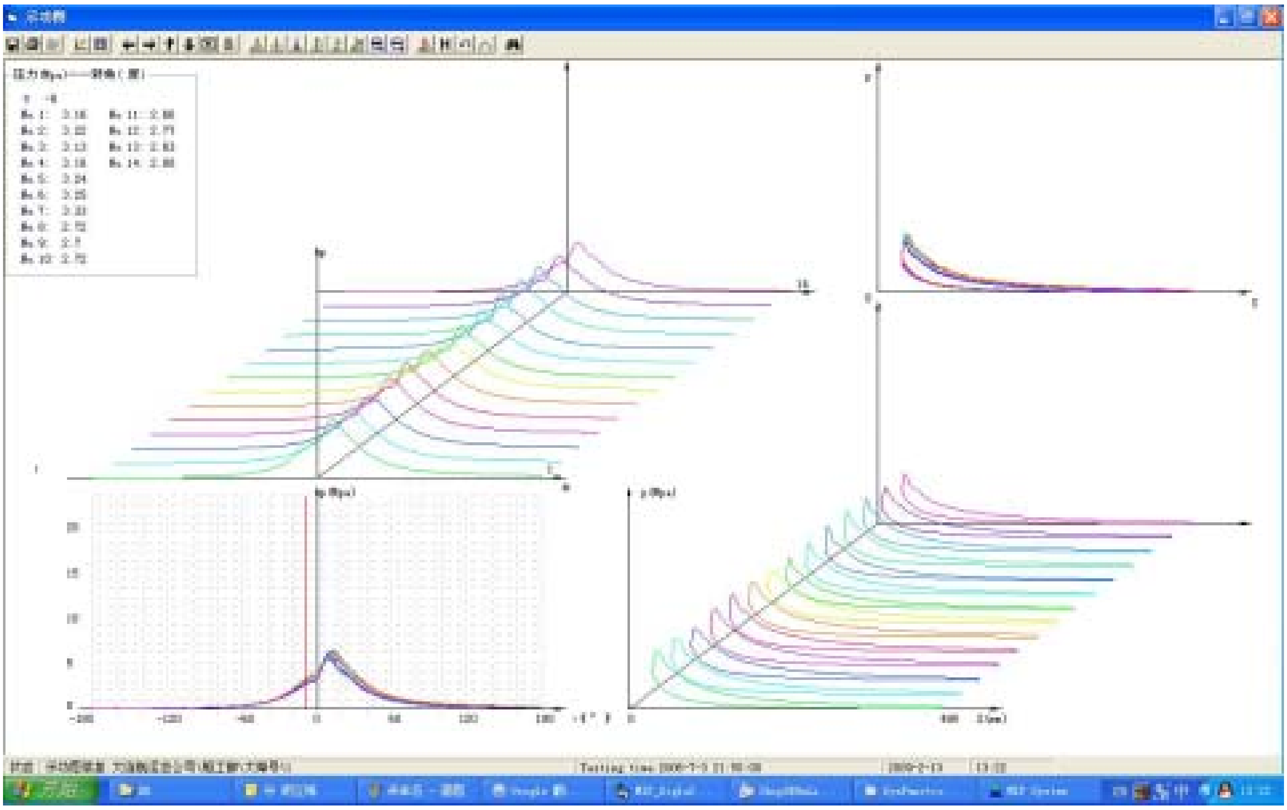


图5.6.2各缸示功图的瀑布图

5.6.3 整机示功图的瀑布图的阅读

在5.4.1节所述的采样结束之后（或是5.4.2节所述的浏览示功图，选定浏览记录之后），打开所测（或所选）示功图的瀑布图（图5.6.2）。

瀑布图将该柴油机所有气缸的示功图进行集中显示，以比较各缸示功图的一致性。

左侧是以曲轴转角为横坐标的示功图，右侧是以活塞位移为横坐标的示功图。各个气缸的示功图以不同颜色区分，左上角图形最前面的是第一缸，最后面的是最后一缸。

在窗口左下角具有网格的范围内，点击鼠标左键，左上角的表格中将显示鼠标点击位置各个气缸的压力值。

图5.6.2是一V型14缸机的示功图，图中显示前7缸的压力明显高于后7缸，提示后7缸的增压器工作状态不良。

5.6.4 各缸示功图燃烧分析图的阅读

在图5.6.2界面，点击“ 下一缸 ”工具按钮，进入燃烧分析界面（图5.6.3）。

在窗口右下角具有网格的范围内，点击鼠标左键，左上角的表格中将显示鼠标点击位置各个曲线的参数。

着火点：图中气缸压力明显偏离压缩曲线的点为着火点，着火点也可以根据瞬时放热率曲线判断，当瞬时放热率曲线开始急速上升的时候，即为着火点。实际上，柴油机的燃烧是逐步开始的，在准燃期阶段已经开始缓慢的燃烧放热，此时，气缸压力曲线也开始缓慢地偏离压缩曲线，一般认为气缸内出现

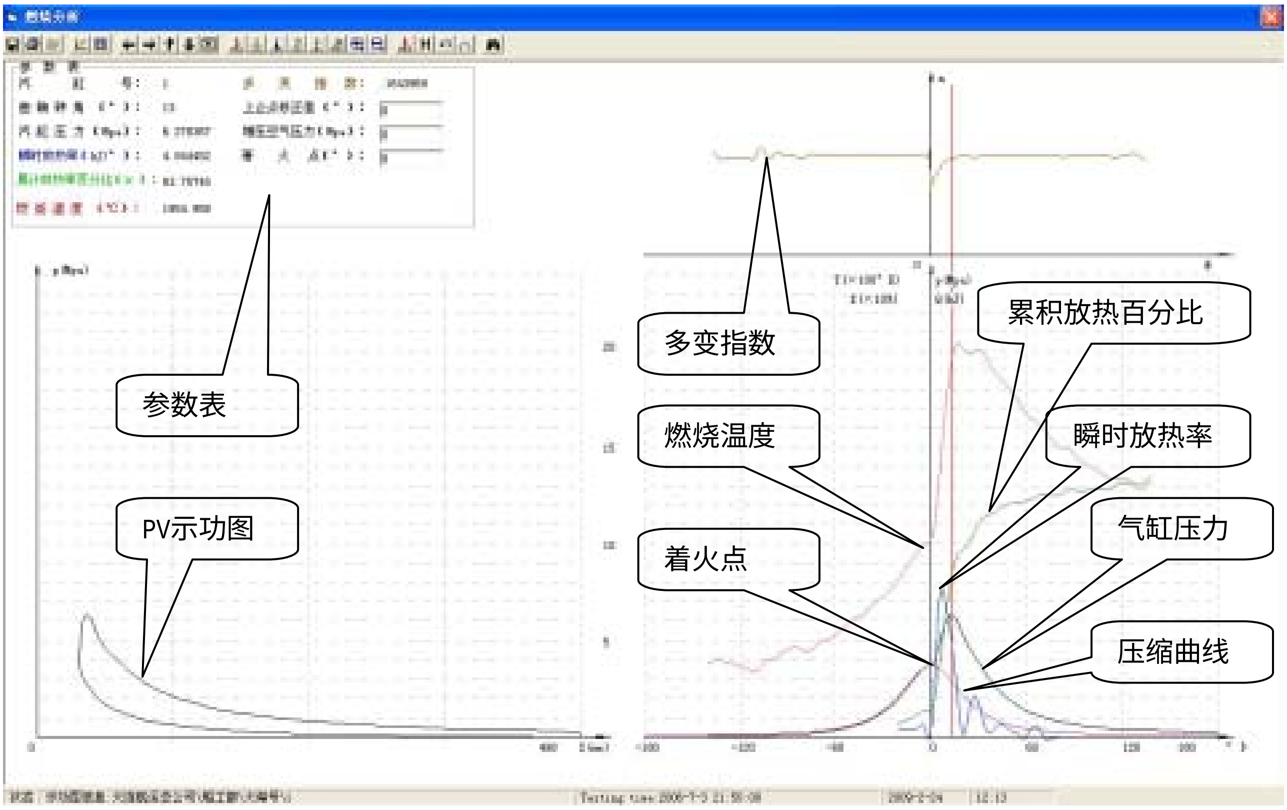


图5.6.3 燃烧分析曲线图

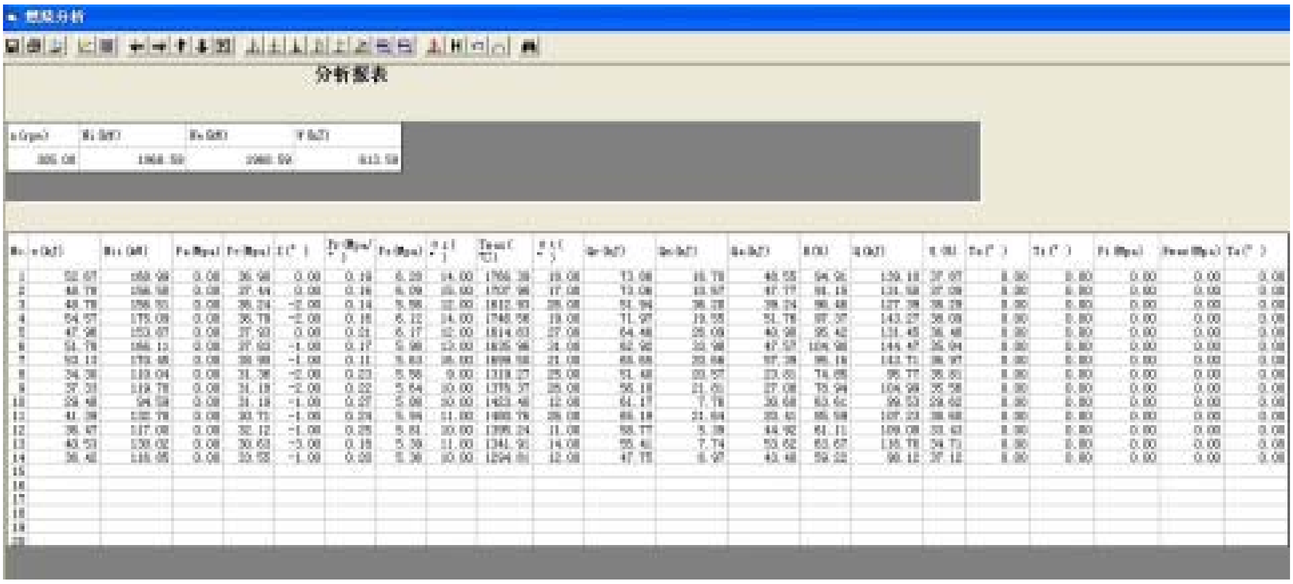
明火燃烧的时间，即示功图压力曲线明显偏离压缩曲线就是着火点。

急燃期：从着火点到最高爆压点为急燃期，这一期间燃烧的燃油主要是在着火点之前喷入汽缸的燃油，若这一期间燃烧的燃油量比较多，且工作粗暴，说明燃油雾化不良，准燃期较长。

稳燃期：从最高爆压点到最高温度点为稳燃期，这一期间是主要的燃烧期，大部分燃油应该在这一期间燃烧。

后燃期：最高温度点以后的燃烧称为后燃，这一期间燃烧的燃油应该越少越好。

压缩压力：压缩压力曲线是根据气缸压缩过程着火点之前的线段，用多变过程的气态方程拟合出来的，仅供参考。



n(rpm)	Ni(kW)	Ne(kW)	W(kJ)
305.08	1968.59	2060.59	613.58

No.	W(kJ)	Nii(kW)	Pa(Mpa)	Pc(Mpa)	I(°)	Pr(Mpa/°)	Pz(Mpa)	αz(°)	Tmax(℃)	αt(°)	Qr(kJ)	Qn(kJ)	Qa(kJ)	R(%)	Q(kJ)	H(%)	Ta(°)	Ti(°)	Pi(Mpa)	Pmax(Mpa)	Tx(°)
1	52.07	169.98	0.08	36.98	0.00	0.18	6.20	14.00	1766.38	19.08	13.08	16.78	40.55	54.96	139.18	37.07	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
2	48.78	156.58	0.08	37.44	0.00	0.16	6.09	15.00	1707.98	17.08	13.08	13.97	47.77	61.18	131.58	37.08	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
3	48.78	158.51	0.08	36.24	-2.00	0.14	5.98	12.00	1812.93	28.08	51.94	36.28	39.24	98.48	127.78	38.28	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
4	54.57	175.08	0.08	36.78	-2.00	0.18	6.12	14.00	1748.58	19.08	71.97	19.58	51.78	97.37	143.27	38.08	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
5	47.98	153.07	0.08	37.93	0.00	0.21	6.17	12.00	1814.03	27.08	64.48	25.08	40.98	95.42	131.45	36.48	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
6	51.78	166.13	0.08	37.03	-1.00	0.17	5.98	13.00	1835.98	24.08	62.92	33.98	47.57	104.98	144.47	35.04	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
7	53.13	170.48	0.08	38.98	-1.00	0.11	5.83	16.00	1699.58	21.08	65.65	33.64	57.38	95.18	143.71	38.97	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
8	34.38	110.04	0.08	31.38	-2.00	0.23	5.56	9.00	1318.27	25.08	51.48	23.97	23.65	74.05	95.77	35.65	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
9	37.33	119.78	0.08	31.18	-2.00	0.22	5.64	10.00	1375.37	25.08	56.18	21.65	27.08	73.94	104.98	35.58	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
10	29.48	94.58	0.08	31.18	-1.00	0.27	5.08	10.00	1403.48	12.08	61.17	7.78	30.68	63.64	99.53	29.62	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
11	41.38	132.78	0.08	30.71	-1.00	0.29	5.94	11.00	1488.78	28.08	65.18	21.64	20.61	85.58	107.23	38.68	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
12	36.47	117.08	0.08	32.12	-1.00	0.25	5.81	10.00	1395.24	11.08	58.77	5.39	44.92	61.11	109.08	33.63	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
13	40.53	130.02	0.08	30.63	-3.00	0.15	5.38	11.00	1341.91	14.08	55.61	7.74	53.62	63.67	135.78	34.71	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
14	36.42	116.05	0.08	33.55	-1.00	0.20	5.36	10.00	1294.81	12.08	47.78	6.97	43.48	59.22	90.12	37.12	8.80	6.80	0.00	0.00	0.08
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					

图5.6.4 示功图特征参数表

5.6.5 燃烧分析报表的阅读

燃烧分析特征参数报表如图5.6.4所示，表中各参数的定义如表3所示。

表3：燃烧分析特征参数符号表

符号	定义	单位	符号	定义	单位
N	转速	转/分	Ni	指示功率	kW
Ne	有效功率	kW	W	总循环供	kJ
No.	气缸编号		W	单缸循环功	kJ
Nii	单缸指示功率	kW	Pa	增压压力	Mpa
Pc	压缩压力最大值	Mpa	I	着火点	°
Pr	压力升高率	Mpa	Pz	最高爆压	Mpa
αz	最高爆压位置	°	Tmax	最高燃烧温度	℃
αt	最高燃烧温度位置	°	Qr	急燃期放热量	kJ
Qn	稳燃期放热量	kJ	Qa	后燃期放热量	kJ
R	稳燃期结束时的累积放热率	%	Q	总放热量	kJ
H	估算指示热效率	%			

由于大部分柴油机在部分负荷下工作，所以，负荷比较大的气缸的热效率比较大，负荷比较小的气缸的热效率比较小，负荷和油耗之间是一高次方函数，往往负荷小10%，油耗增加量在10%以上，把负荷调整均匀，可以有效降低油耗，这也说明了负荷调整的重要性。

一般热效率比较低的气缸，后燃期所燃烧的燃油所占比重比较高，减少后燃，可有效降低燃油消耗。

5.6.6 燃烧分析过程中部分参数的调整

5.6.5.1 上止点修正

在图5.6.6所示的上止点修正值后面添入要修正的参数，点击“ 重新分析 ”工具按钮，完成上止点修正，点击“ 保存 ”工具栏，保存修正值。

在上止点修正功能中，当对第一缸的上止点进行修正以后，若其他各缸的上止点修正值为零，则将会与第一缸一起自动修正同样的角度。

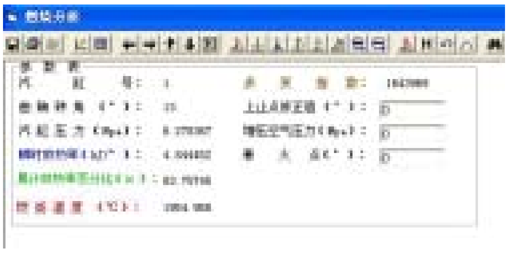


图5.6.6 参数修正

5.6.5.2 增压压力修正

当示功图的增压压力值不对时，燃烧分析会出现以下情况：燃烧温度很高、累积防热百分比的最大值大于100%。

修正的方法：在图5.6.6所示的增压空气压力后面添入要修正的参数，点击“ 重新分析 ”工具按钮，完成增压压力修正，点击“ 保存 ”工具栏，保存修正值。

5.6.5.3 通道损失修正

点击“ 通道损失补偿 ”工具按钮，再点击“ 重新分析 ”工具按钮，完成通道损失补偿。

6 关于售后服务

1、用户购买仪器后，请如实填写用户保修卡，并妥善保管好,维修产品时请出示保修卡.

2、用户购买仪器两年内，非人为故障，免费修理。具体事宜参见用户保修卡.

3、售后服务电话为:027-65606286

武汉铸诚科技有限公司

联系地址：武汉市武胜路长寿桥5号502室

联 系 人：夏志澜

邮　　编：430030

电　　话：013871216602，027－65606286